

# Der rasante Höhenflug der Drohnen

von **Wolfgang Weller**

Zu den herausragenden Themen technischen Inhalts des zurückliegenden Jahres gehören die Drohnen. Hauptanlässe waren zum einen die Pannen bei der Beschaffung von Aufklärungsdrohnen für die Nachrüstung der Bundeswehr, die den zuständigen Bundesminister beinahe das Amt gekostet hätten. Das andere Thema, auf das die Medien nachdrücklich aufmerksam machten, waren die Micro-Drohnen. Gemeinsamer Nenner der beiden Kategorien künstlicher Wesen ist, dass hiermit eine neuartige Spezies von Fluggeräten auf den Plan getreten ist, deren Anwendungsmöglichkeiten eine nachhaltige Erweiterung der bisherigen Möglichkeiten bieten. Die Unterschiede hingegen bestehen nicht nur in der Größe und technischen Ausführung beider Gerätearten, sondern vor allem in der Art ihrer Verwendung. Sind es auf der einen Seite militärische Gründe, die zu einer forcierten Entwicklung von Drohnen führen, so zeigt sich bei den Micro-Drohnen ein weitgehend bestehendes ziviles Interesse.

Nach der Erregung von derart großer Aufmerksamkeit scheint es an der Zeit, den bestehenden Stand der Entwicklung und Verwendung bei den Drohnen in beiden Sphären zu beleuchten.

## 1. Militärische Drohnen

### 1.1 Wesen und Eigenschaften

Die hier betrachteten Drohnen sind unbemannte Flugkörper, die, vom Radar weitgehend unentdeckt, in großen Höhen operieren und für militärische Zwecke eingesetzt werden. Sie sind als Starrflügler ausgeführt, unterscheiden sich jedoch in ihrer Bauform wesentlich von militärischen Flugzeugen. Der Antrieb ist weitgehend konventioneller Art, weshalb sie – unterstützt durch besondere flugtechnische Eigenschaften – über eine große Einsatzdauer verfügen. So schafft es beispielsweise die israelische Aufklärungsdrohne *IAI Heron*, bis zu 45 Stunden in der Luft zu bleiben. Militärische Drohnen verfügen typischer Weise über eine hochauflösende multispektrale Sensorik sowie ein hochleistungsfähiges Radarsystem, welche äußerst detailreiche Informationen über das überflogene Terrain liefern. Die Empfindlichkeit dieser Sensorik, so wird berichtet, soll ermöglichen, noch aus 3,2 km Höhe ein Nummernschild zu entziffern. Zur Ausrüstung gehören weiterhin mehrere hochleistungsfähige Bordcomputer zur Auswertung der erhaltenen Informationsflut, ein Satellitennavigationssystem sowie eine ausgefeilte abhörsichere Funktechnik. Die Flugkörper verfügen außerdem über detaillierte digitale Karten des jeweiligen Einsatzorts.

Das Interesse der Militärs an den Drohnen resultiert aus dem Bestreben, das Verlustrisiko zu minimieren und eigene menschliche Verluste weitgehend zu vermeiden. Weiterhin locken die vergleichsweise geringen Kosten dieser Waffenart gegenüber denen hochauferüsteter Kampffjets. Dementsprechend besteht der Trend, immer weiter gefasste militärische Aufgaben auf diese Fluggeräte zu delegieren. Die mit den Drohnen nunmehr verfügbaren neuartigen militärischen Mittel führen zu einem nachhaltigen Wandel im Militärwesen mit weitreichenden Folgen. An der Entwicklung militärischer Drohnen, deren Fähigkeiten fortlaufend gesteigert werden, wird vor allem in den USA und Israel fieberhaft gearbeitet [1].

### 1.2 Einsatzgebiete

Der ursprüngliche Einsatzzweck militärischer Drohnen besteht in der *Luftaufklärung*. Hierbei geht es vor allem um das Erkennen gegnerischer Aktivitäten hinter den Frontlinien, die Beobachtung und Verfolgung terroristischer Gruppen einschließlich des Aufspürens ihrer Verstecke sowie die Grenzüberwachung in unzugänglichen Regionen. Auf diese Weise wurde auch der Aufenthaltsort von Bin Laden erkundet, bevor er später exekutiert wurde.

Es besteht auch ein Interesse an einer zivilen Verwendung von Aufklärungsdrohnen. Als Einsatzfälle kommen beispielsweise die Überwachung von Seegebieten bezüglich auftretender Umweltverschmutzung oder auch die Ermittlung von Flüchtlingsbooten im Mittelmeer mit Erkennung der häufig stattfinden Havarien der überladenen Boote in Betracht. Solche zivilen Aufklärungsdrohnen werden jedoch in geringerer Flughöhe betrieben und operieren zudem quasi stationär. Diese Besonderheiten erfordern andere Bauformen, wie etwa die Ausführung als Luftschiffe.

Zurück kommend auf die militärischen Drohnen, ist noch auf eine weitere Aufrüstung hinzuweisen. Diese besteht in der zusätzlichen Ausrüstung mit Präzisionswaffen, darunter Laser-gelenkten Raketen. Damit sind die Drohnen zu Waffenträgern geworden, die in der Lage sind, präzise Luftschläge auszuführen. Diese nun *Kampfdrohnen* genannten Flugkörper sind inzwischen zu tödlichen Erfolgswaffen geworden. Die derzeitigen Kampfdrohnen können bis zu 36 Stunden in der Luft bleiben und stehen in verschiedenen Größen und mit unterschiedlicher Ausrüstung im Angebot [1]. Eine verbreitete Kampfdrohne ist die *MQ9 Predator* des US-Herstellers *General Atomics*, deren Ausführung **Bild 1** veranschaulicht. Auf ihr Konto kommen verschiedentlich ausgeführte sog. „chirurgische Schläge“, die vor allem gegen Terroristen geführt wurden, unter denen allerdings auch Zivilisten litten.



**Bild 1** bewaffnete US-Drohne *Predator* [2]

Die Einsätze militärischer Drohnen werden – oftmals über tausende von Kilometern entfernt – von Bodenstationen oder Flugzeugträgern aus von erfahrenen Kampfpiloten geführt. In den Terminals befinden sich zumeist Zwei-Mann-Besatzungen, von denen die eine Person für die Zielführung und die andere für den Waffeneinsatz zuständig ist. Die Zielführung erfolgt dabei auf der Grundlage detaillierter Bildinformationen, die per Funkkommunikation übertragen werden. Während der Flüge agieren die Drohnen zunehmend selbständig und verfügen somit über eine sog. assistierte Agentenfunktionalität.

Indessen laufen längst Entwicklungen, die den Drohnen eine vollständige Eigenautonomie verleihen sollen. In diesem Fall erhalten die Drohnen vom Kampfpiloten nur noch einen Dienstauftrag für die jeweilige Mission mit Angabe der Zielposition, während die selbstständige Ausführung unter den Bedingungen eines unbekannten Geländes den Drohnen überlassen bleibt. Nähere Ausführungen zur Funktion Technischer Agenten finden sich in [3].

Für die Zukunft ist zu befürchten, dass sich die Kampfdrohnen wohl auch noch ihre Ziele selbst aussuchen und möglicherweise sogar eigenständig über deren Vernichtung entscheiden.

### 1.3 Konsequenzen

Bei den Einsätzen von Kampfdrohnen besteht die Gefahr von Fehlentscheidungen, bei denen durchaus auch unschuldige Zivilisten getötet werden. Sie sind daher moralisch verwerflich und auch völkerrechtlich umstritten. Dennoch werden die Luftschläge mit Drohnen – manchmal zwar unter nachträglichem Protest der betroffenen Staaten – immer wieder ausgeführt. Auch die in den Terminals tätigen Drohnenpiloten sind hohen Belastungen ausgesetzt. Liegt es doch in ihren Händen, ob durch ihre Handlungen gegnerische Krieger bzw. Terroristen oder auch unschuldige Zivilisten getötet werden. Mit den Bildern der angerichteten Zerstörung im Kopf gehen sie am Schichtende zurück in den Kreis ihrer Familie, was nicht alle psychisch verkraften.

## 2. Micro-Drohnen

### 2.1 Wesen und Eigenschaften

Abseits der militärischen Drohnen etabliert sich mit den *Micro-Drohnen* eine andere, weitgehend eigenständige Kategorie von Flugobjekten, welche jedoch auf eine zivile Nutzung ausgerichtet ist. Wie die Bezeichnung verrät, sind diese Drohnen von wesentlich geringerer Abmessung und zudem noch von spezieller Bauart. Hier handelt es sich um sog. Drehflügler, die von 4 bis zu 8 elektrisch angetriebenen Vertikalrotoren in der Luft gehalten werden. Die Bauart dieser sog. Quadro- bzw. Oktocopter ermöglicht eine einfachere Flugführung und wesentlich stabilere Fluglage, was für bestimmte Anwendungen von besonderer Bedeutung ist. Die benötigte Energie wird von einer kleinen Bordbatterie vorzugsweise in Lithium-Ionen-Technologie geliefert, deren Kapazität die Einsatzdauer bzw. den Aktionsradius begrenzt.

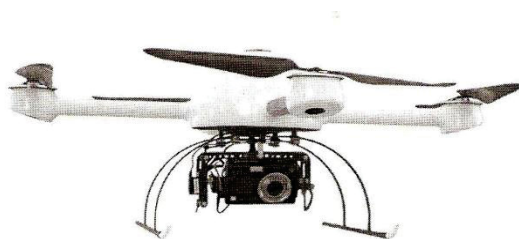
Die Micro-Drohnen gehören einem Fachgebiet an, das sich mit großer Dynamik entwickelt. Hier sind vor allem kleinere Firmen tätig, deren Entwicklungstätigkeit ein ständig erweitertes Angebot unterschiedlicher technischer Lösungen hervorbringt [4], [5]. Der technische Aufwand sowie die Beschaffungskosten dieser Produkte halten sich zumeist in engen Grenzen. Die kleinsten Micro-Drohnen wiegen gerade einmal 250 g. Andere sind wiederum bereits für 200 € erhältlich. Es gibt sogar Bausätze zur Selbstherstellung solcher Flugwesen.

Außer den vorstehend charakterisierten technischen Lösungen für Micro-Drohnen finden sich vereinzelt auch Ausführungen, deren Bau der Natur abgeschaut ist. Bekannt geworden sind bisher Ausführungen in der Gestalt von Hirschkäfern und auch Kolibris [2]. Solche Sonderformen finden speziell das Interesse der Militärs, da ihr naturnahes Erscheinungsbild eine perfekte Tarnung darstellt.

### 2.2 Bisherige Einsatzschwerpunkte

Die Micro-Drohnen stoßen auf ein überraschend großes Interesse. Dieses gründet sich auf die besonderen Eigenschaften dieser Flugobjekte. Dazu zählen neben den geringen Kosten die flexiblen Einsatzmöglichkeiten und weitgehend freizügige Wahl der Bewegung ohne Inanspruchnahme einer speziellen Infrastruktur sowie die Fähigkeit, kleine Lasten innerhalb ihres Aktionsgebietes befördern zu können.

Die Micro-Drohnen fanden zuerst als sog. „fliegende Augen“ eine breite Verwendung [4], [5]. Dazu werden diese Flugwesen mit auswechselbaren Bildsensoren in Gestalt von Kleinstkameras, Videogeräten, Nachtsichtgeräten oder auch Wärmebildkameras ausgestattet. Zur Vermittlung eines Eindrucks derartiger Drohnen wird in **Bild 2** ein Beispiel wiedergegeben.



**Bild 2** Micro-Drohne mit Kamera [4], [5]

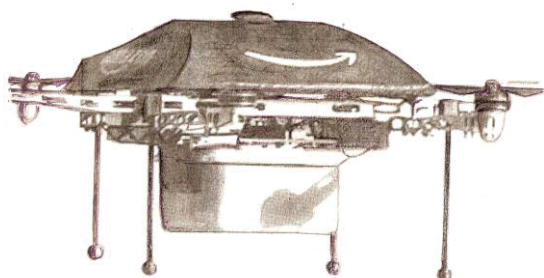
Die vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten der Micro-Drohnen wurden sehr bald von Interessenten aus völlig unterschiedlichen Bereichen erkannt. Zu diesen zählen die Polizei, Feuerwehr, der Grenzschutz, die Sicherheitsbehörden, Umweltschützer, Ranger, und sogar Jäger von nachtaktiverem Wild. Außerdem konnten bisher auch Immobilienmakler, Film- und Fernsehmacher, Privatdetektive und auch Paparazzi als weitere Bedarfsträger festgestellt werden. Der mit dem Einsatz solcher Kamera-bestückter Micro-Drohnen verfolgte Zweck dürfte bei den einzelnen Interessentengruppen durchaus unterschiedlich sein. Dabei kann es jedoch durchaus zu rechtlichen Konsequenzen kommen. Immerhin bedeuten derartige Observierungen zumindest einen Verlust an persönlicher Intimsphäre.

Das Aktionsgebiet solcher Kamera-bestückter Micro-Drohnen ist zumeist eng begrenzt, so dass eine Führung unter Sichtkontrolle möglich ist. Auch ist hier die Flugdauer und damit die Kapazität der Bordbatterie von untergeordneter Bedeutung. Die Drohnen werden i. Allg. vom Boden aus durch Menschen unter Verwendung von Funk-basierten Konsolen geführt. Dies impliziert die Gefahr von Konflikten mit Hindernissen im Bewegungsraum, die zum Absturz der Flugkörper führen können. Anspruchsvollere Lösungen sollten daher über die Fähigkeit der Hindernisvermeidung verfügen, was eine zusätzliche Ausrüstung der Drohnen mit einer geeigneten Sensorik sowie einem entsprechend programmierten Bordcomputer erfordert. Damit werden die kleinen Flugobjekte in die Lage versetzt, Hindernissen, etwa Bäumen oder Gebäudewänden, selbständig auszuweichen.

Zukünftig wird eine Verknüpfung der Drohnen- und Smartphone-Technologie gesehen. Smartphones werden dann dank spezieller Apps zu Steuergeräten solcher Kleinflugkörper. Damit rückt auch der mobile Internetzugang in greifbare Nähe. Ein weiterer Entwicklungsschritt wird die Zusammenführung der von den Micro-Drohnen gelieferten Bildinformationen mit Daten aus fest installierten Überwachungskameras oder auch Datenbanken sein. Die Auswertung solcher Daten soll es ermöglichen, frühzeitig Gefahren zu erkennen oder abnormales Verhalten, etwa von Fangruppen auf Fußballplätzen oder Sprayern an abgestellten Bahnzügen, festzustellen. Ebenso erhofft man, dass es zukünftig auch gelingen wird, Gesichter von Personen in Echtzeit zu identifizieren, ohne dass diese es bemerken.

Nachdem findige Restaurant- und Bistrobetreiber schon mal über einen luft-gestützten Lieferservice kleiner Gerichte durch Micro-Drohnen nachgedacht haben, hat sich inzwischen der Lufttransport von kleineren *Ladungen* generell als weiteres wichtiges Einsatzgebiet von Micro-Drohnen mit offenbar großen Zuwachsraten herausgebildet. Solche „Güter-Lufttaxis“ stoßen insbesondere auf das Interesse der Zustellbranche von Paketen. Deren Vertreter wetteifern inzwischen untereinander mit der Entwicklung eigener Lösungen. Einer dieser

Bedarfsträger und zugleich Entwickler ist der weltweit tätige Versandhändler *Amazon*. Nachdem dieser in einer Recherche festgestellt hat, dass 80% seiner ausgelieferten Sendungen ein Gewicht von weniger als 2,3 kg aufweisen, scheint der Einsatz von Drohnen eine echte Alternative oder zumindest Ergänzung für die Belieferung von Kunden mit kleinteiligen Gütern an private und gewerbliche Adressen zu bieten. Eine bildliche Darstellung der von *Amazon* entwickelten Micro-Drohne mit integrierter Transportbox lässt sich den Medien entnehmen und wird hier in **Bild 3** wiedergegeben.



**Bild 3** Pakete-liefernde Drohne von *Amazon* (s. AFP/Amazon, DPA, [6])

Laut Angaben des Firmenchefs von *Amazon* soll die Firmen-eigene Drohnenflotte in 4 – 5 Jahren einsatzbereit sein [6]. Dafür bedarf es jedoch der Genehmigung der Luftsicherheitsbehörden. Die Erteilung wird jedoch in den einzelnen Ländern – wohl abhängig vor allem von der Bevölkerungsdichte – unterschiedlich gehandhabt. Dennoch gibt es bereits Prognosen über den landes- bzw. weltweit rapiden Anstieg eingesetzter Micro-Dronen, der in den nächsten 5 Jahren im 5-stelligen Bereich liegen soll [6]. Inwieweit sich diese Erwartungen erfüllen, ist derzeit noch offen. Unverkennbar ist aber das Entstehen eines großen diesbezüglichen Marktes mit beachtlichem Wachstumstempo.

In Deutschland sind beim Paketdienst *DHL* der Deutschen Post, aber auch bei *UPS* und *Fedex*, ebenfalls ernsthafte Bemühungen für einen Lieferdienst per Drohnen erkennbar, wie bereits durchgeführte Tests mit dem Ziel einer schnellen Medikamentenbelieferung bezeugen [7]. Das massive Interesse der Paketzusteller am Drohneneinsatz erklärt sich aus den erwarteten Kosteneinsparungen, insbesondere auf dem Personalsektor, und der erheblichen Verkürzung der Lieferzeiten. Mit der nun möglich erscheinenden Belieferung mit den bestellten Waren, speziell auch Büchern, im Zeitraum innerhalb eines Tages oder gar nur weniger Stunden soll ein bestehendes Handicap des Online-Handels gegenüber dem Direktverkauf weitgehend ausgeglichen werden. Dementsprechend erhofft man sich von der schnelleren Belieferung eine wesentliche Steigerung des Umsatzes.

Eine weitere Idee für den Drohneneinsatz wird von der kalifornischen Startup-Firma *Matternet* verfolgt [6]. Deren Vorschlag besteht in der Errichtung von *Drohnen-Netzen* in den Entwicklungsländern zur Verbesserung der medizinischen Betreuung. Damit soll die bestehende gesundheitliche Situation in diesen Ländern, gekennzeichnet durch verstärktes Auftreten von Aids und verschiedener Tropenkrankheiten, insbesondere Malaria, die dort bestehende weiträumige Verteilung der Krankenstationen und Diagnoseeinrichtungen sowie das weitgehende Fehlen einer verkehrstechnischen Infrastruktur, auf Problem-angepasste Weise gelöst werden. Neben dem gesundheitlichen Nutzen für u. U. Millionen von Menschen ergeben sich auch erhebliche Kostenvorteile, denn die Errichtung des vorgeschlagenen Drohnennetzes wäre um Größenordnungen günstiger als der Aufbau von Straßennetzen. Im vorgeschlagenen Drohnennetz wären auf Grund der begrenzten Reichweite der Drohnenflüge verteilte Bodenstationen einzurichten. Bei deren Besuch wären nicht nur die Ladung zu



übergeben, sondern könnten auch die Batterien ausgetauscht werden. Ein Programm würde die Drohnen durch das Netz routen ähnlich der Funktionsweise im Internet. Nach Firmenangaben wurden bereits die ersten Feldversuche durchgeführt.

Bei der weiteren Entwicklung von Micro-Drohnen für den Transport kleinerer Lasten sind vor allem zwei Aspekte von maßgeblicher Bedeutung. Dies betrifft zum einen die Erhöhung der *Reichweite*, welche vor allem an die Verfügbarkeit leistungsfähigerer Bordbatterien geknüpft ist. War der Aktionsradius bis vor kurzem noch auf maximal 10 km begrenzt, so liegt der Spitzenwert derzeit bereits bei etwa 20 km. Kommt es bei der Batterieentwicklung zu dem erwarteten Durchbruch, so könnten in Zukunft sogar dreistellige Werte erreicht werden. Eine weitere Maßnahme wäre die Integration eines Solarpanels. Mit dem selbsterzeugten Strom würde sich nicht nur die Reichweite verlängern sondern auch die Bordbatterie geschont werden.

Das zweite Problem betrifft die *Navigation* der Micro-Drohnen. Während die zum Zweck der Bilderfassung eingesetzten Fluggeräte üblicher Weise mittels oftmals einfacher Fernsteuergeräte geführt werden können, erfordert das Verlassen des Sichtkontakts bei weiträumigeren Drohneneinsätzen, wie sie beispielsweise der Ladungstransport erfordert, anspruchsvollere Technologien der Fernlenkung. Eine Lösung besteht darin, die Drohnen nunmehr aus der Sicht eines virtuellen Piloten zu fliegen. Dazu werden die während des Fluges fortwährend aufgenommenen und an die Bodenstation übertragenen Kamerabilder dort auf einem Computerbildschirm präsentiert oder in eine Videobrille eingespiegelt, sodass der Bediener die Auswirkungen seiner mittels Joystick oder anderen Bedienelementen eingegebenen Steuerbefehle unmittelbar verfolgen kann.

Im Zuge einer absehbaren Entwicklung werden die Micro-Drohnen unter Ausbau der Sensorik, Einbeziehung eines Navigationssystems und weiterer Leistungserhöhung des Bordcomputers bezüglich ihrer Funktionalität immer weiter aufgerüstet mit dem Ziel, einen zunehmend größeren Teil der Navigationsaufgaben auf die Micro-Drohnen zu übertragen. Somit wird sich voraussichtlich ein Übergang von der manuellen Führung der Drohnen durch Menschen über assistierte Autonomie bis hin zur vollständigen Autonomie vollziehen, bei der der Mensch nur noch die Zieladressen vorgibt.

## **Literatur**

- [1] Lorenz, A.; J. v. Mittelstaedt; G. P. Schmitz: Botschafter des Todes. Der Spiegel 42/2011, S. 96-102
- [2] Junghänel, F., Kühl, A.: Weit ab vom Schuss. Berliner Zeitung, Wissen&Forschen, Nr. 131, 08./9. Juni. 2013
- [3] Weller, W.: Künstliche Agenten – eine Technologie mit großem Zukunftspotenzial. Druck und Verlag epubli GmbH, ISBN 978-3-8442-5642-0, [www.epubli.de](http://www.epubli.de)
- [4] Rest, J.: Das fliegende Auge. Berliner Zeitung, Wissenschaft, Nr. 194, 20. Aug. 2012
- [5] Locke, M.: Im Tiefflug durch die Airbus-Halle. Berliner Zeitung, Wissenschaft, Nr. 260, 06. Nov. 2012
- [6] Rest, J.: Medikamente per Drohne. Berliner Zeitung, Teil Wissenschaft Nr. 5, 7. Jan. 2014
- [7] [www.welt.de/article/122487981/Deutsche-Post-plant-Drohneneinsatz-wie-Amazon.html](http://www.welt.de/article/122487981/Deutsche-Post-plant-Drohneneinsatz-wie-Amazon.html)